FAG

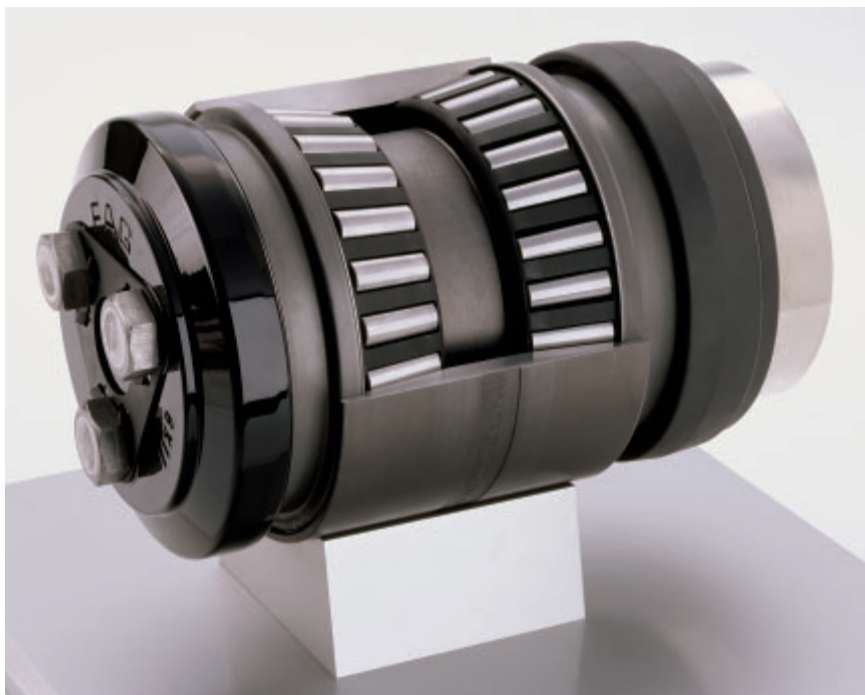
# Cuscinetti a cartuccia TAROL
# Montaggio, manutenzione, ispezione

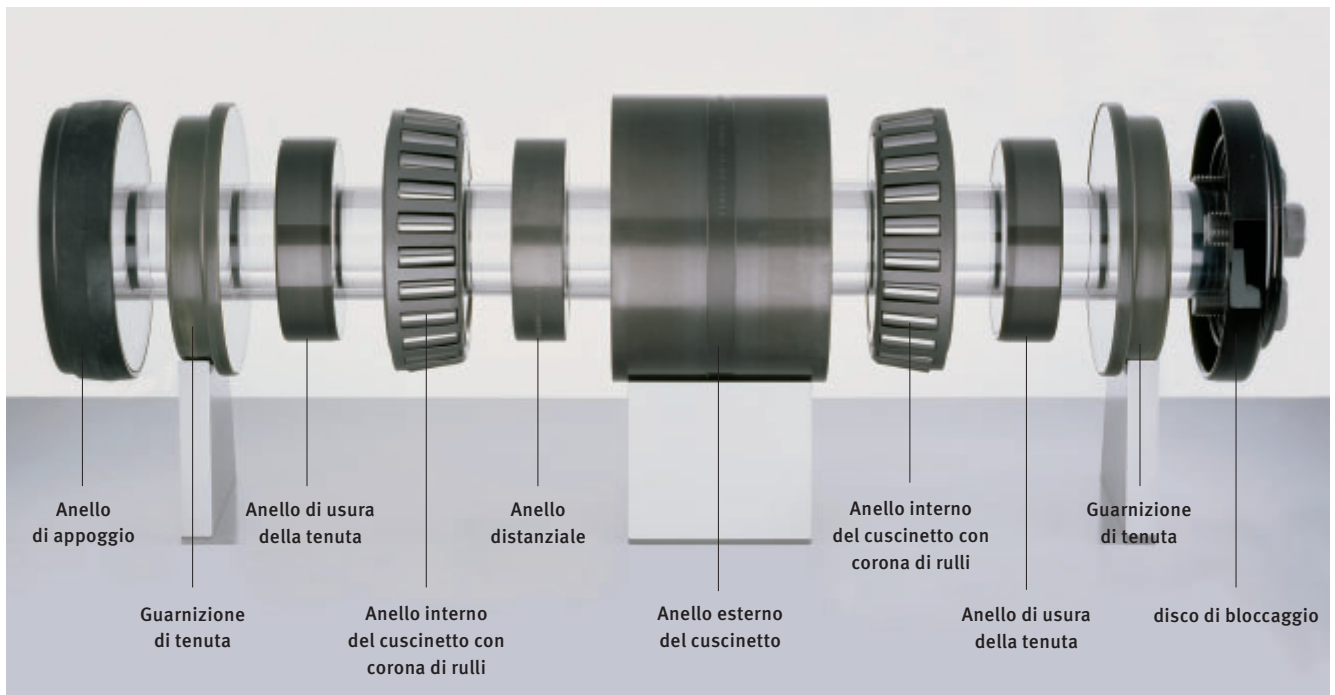
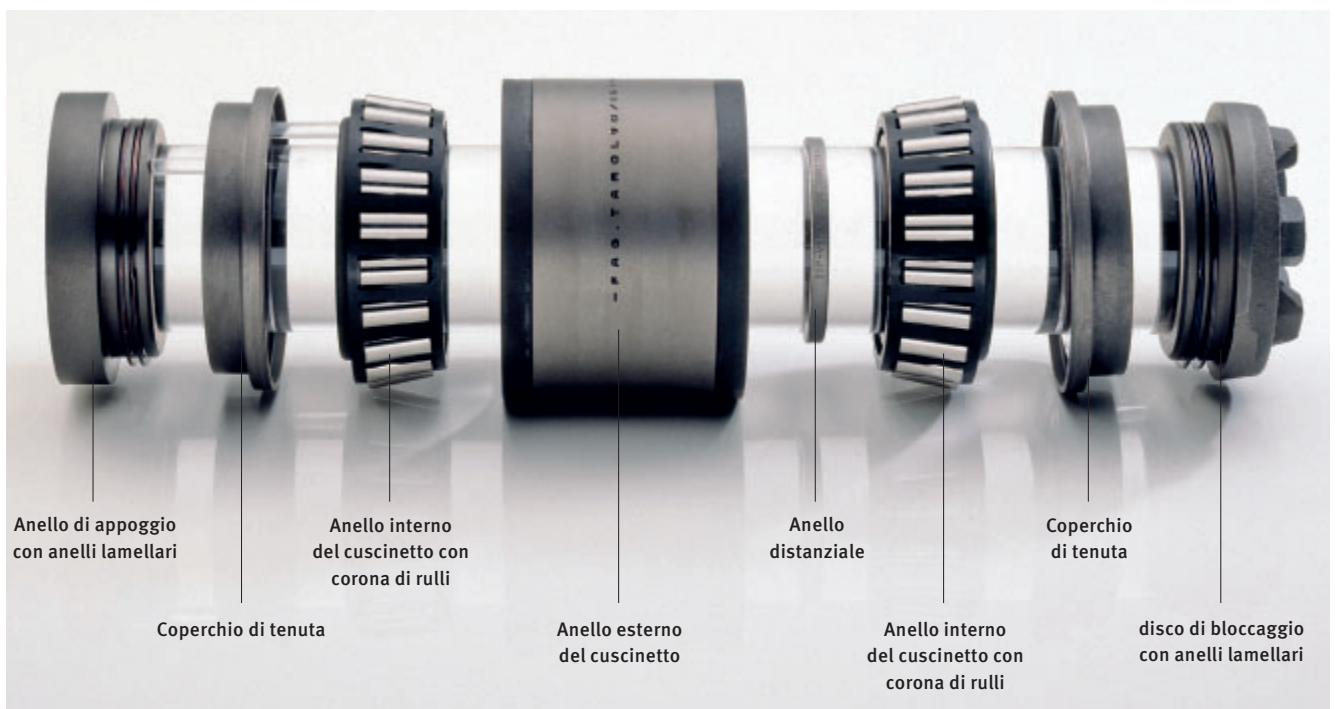
SCHAEFFLER

# Indice

# Unità cuscinetto a rulli conici TAROL

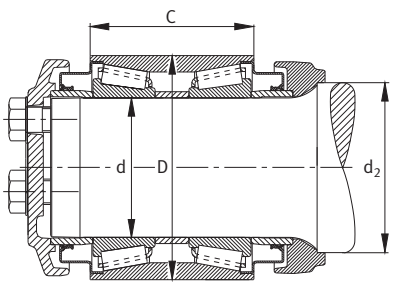
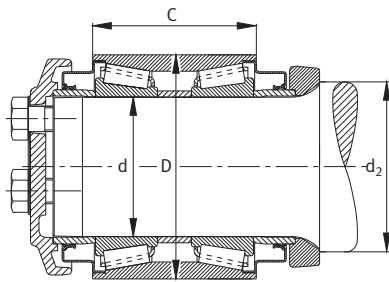
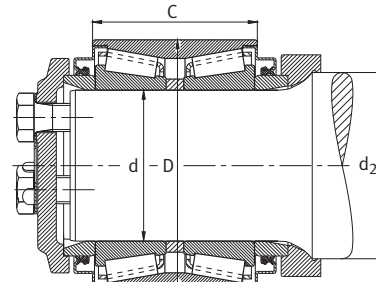
**Le unità TAROL (Tapered Roller Bearing) sono costituite da cuscinetti a due ranghi di rulli conici e vengono fornite già registrate, ingrassate e schermate. Le unità TAROL sono quindi pronte per il montaggio e vengono montate a pressione sul fusello per mezzo di un dispositivo idraulico.**

Le unità TAROL vengono utilizzate per il supporto di assili di veicoli ferroviari come ad esempio carri merci e carrozze passeggeri.
Possono essere installate rapidamente e senza problemi: il cuscinetto viene montato a pressione in un'unica operazione sul fusello e fissato con disco di bloccaggio e viti. Grazie all'accoppiamento forzato sul fusello, il cui diametro rientra nelle tolleranze prescritte, il sistema raggiunge il gioco assiale necessario.
Le unità TAROL sono riempite di serie con grassi lubrificanti testati nella pratica. Il grasso standard nelle unità cuscinetto con dimensioni metriche è omologato secondo EN 12081. Per unità con dimensioni in pollici viene utilizzato di serie un grasso omologato AAR.
Su richiesta forniamo anche unità TAROL con fori di rilubrificazione. Gli intervalli di rilubrificazione sono stabiliti in funzione dell'applicazione.
Forniamo unità TAROL con dimensioni metriche e in pollici per tutti i fuselli standardizzati di veicoli ferroviari. Su richiesta vengono fornite unità con dimensioni speciali, singoli componenti, pezzi di ricambio e adattatori del supporto.

Unità TAROL con dimensioni in pollici

Unità TAROL con dimensioni metriche

Singoli componenti di un'unità TAROL con anello radiale di tenuta per alberi

Singoli componenti di un'unità TAROL con anelli lamellari

# Unità cuscinetto a rulli conici TAROL – con dimensioni in pollici

Forma costruttiva secondo specifica AAR (Association of American Railroads)

Schizzi di diverse versioni

classi E, F, G, GG classi B, C, D

classe K

## Unità cuscinetto a rulli conici TAROL con dimensioni in pollici

| Versione/ Dimensione | Dimensioni Cuscinetto d pollici mm | D min pollici mm | C pollici mm | Sigla d'ordinazione |
|---|---|---|---|---|
| classe B | 4 | 6,5 | 4,5 | **TAROL4-1/4X8-U-JP** |
| 4¼ × 8 | 101,6 | 165,1 | 114,3 | |
| classe C | 4,6875 | 7,6875 | 5,63 | **TAROL5X9-U-JP** |
| 5 × 9 | 119,063 | 195,263 | 142,9 | |
| classe D | 5,187 | 8,1875 | 6 | **TAROL5-1/2X10-U-JP** |
| 5½ × 10 | 131,75 | 207,963 | 152,4 | |
| classe E | 5,687 | 8,6875 | 6,437 | **TAROL6X11-U-JP** |
| 6 × 11 | 144,45 | 220,663 | 163,5 | |
| classe F | 6,187 | 9,9375 | 7,25 | **TAROL6-1/2X12-U-JP** |
| 6½ × 12 | 157,15 | 252,413 | 184,15 | |
| classe K | 6,187 | 9,8375 | 6,3 | **TAROL6-1/2X9-U-JP** |
| 6½ × 9 | 157,15 | 249,873 | 160 | |
| classe G | 6,9995 | 10,875 | 7,31 | **TAROL7X12-U-JP** |
| 7 × 12 | 177,787 | 276,225 | 185,74 | |
| GG | 6,4995 | 11,882 | 7,75 | **TAROLGG6-1/2-U-JP** |
| 6½ | 165,087 | 301,803 | 196,85 | |
| GG | 6,8745 | 11,882 | 7,75 | **TAROLGG6-7/8-U-JP** |
| 6⅞ | 174,612 | 301,803 | 196,85 | |

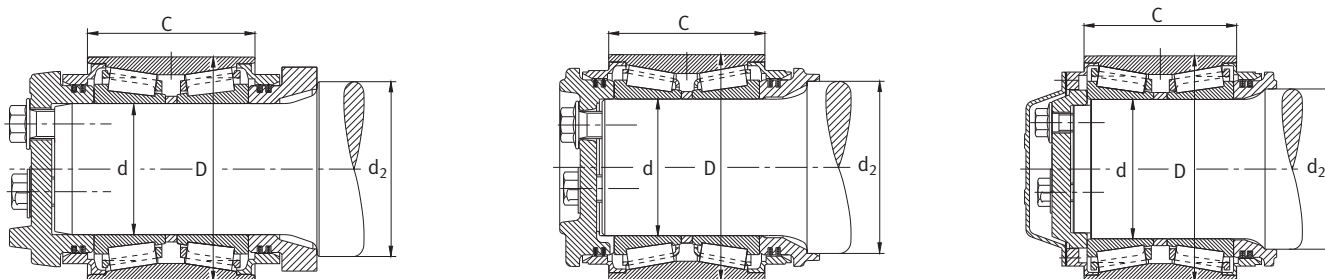
**Suffissi**

U Unità completa
JP Gabbia in lamiera d'acciaio

Versioni D, E, F, G, K secondo norma AAR M-934.
Indipendentemente dai dati illustrati, i cuscinetti sono adeguati sempre alle prescrizioni AAR.
Per l'ingrassaggio standard viene utilizzato un grasso omologato AAR.

| Versione/ Dimensione | Dimensioni Albero d min pollici mm | d max pollici mm | $d_2$ pollici mm | Coefficiente di carico ABEC/RBEC C1 lb kN | Coefficiente di carico DIN ISO 281 C kN | Massa Unità TAROL lb kg |
|---|---|---|---|---|---|---|
| classe B | 4,003 | 4,004 | 5 | 106 000 | | 32,6 |
| 4¼ × 8 | 101,676 | 101,702 | 127 | 465 | 415 | 14,8 |
| classe C | 4,6905 | 4,6915 | 5,875 | 146 000 | | 54,7 |
| 5 × 9 | 119,139 | 119,164 | 149,225 | 655 | 570 | 24,8 |
| classe D | 5,1905 | 5,1915 | 6,375 | 160 000 | | 60,2 |
| 5½ × 10 | 131,839 | 131,864 | 161,925 | 720 | 620 | 27,3 |
| classe E | 5,6905 | 5,6915 | 7,030 – 7,032 | 166 000 | | 77,0 |
| 6 × 11 | 144,539 | 144,564 | 178,562 – 178,613 | 750 | 655 | 34,9 |
| classe F | 6,1905 | 6,1915 | 7,530 – 7,532 | 232 000 | | 116,6 |
| 6½ × 12 | 157,239 | 157,264 | 191,262 – 191,313 | 1 020 | 900 | 52,9 |
| classe K | 6,1905 | 6,1915 | 7,530 – 7,532 | 232 000 | | 89,7 |
| 6½ × 9 | 157,239 | 157,264 | 191,262 – 191,313 | 1 020 | 900 | 40,7 |
| classe G | 7,003 | 7,004 | 8,000 – 8,002 | 265 000 | | 132,5 |
| 7 × 12 | 177,876 | 177,902 | 203,200 – 203,251 | 1 180 | 1 020 | 60,1 |
| GG | 6,503 | 6,504 | 7,905 – 7,906 | 344 000 | | 179,5 |
| 6½ | 165,176 | 165,202 | 200,79 – 200,81 | 1 530 | 1 320 | 81,4 |
| GG | 6,878 | 6,879 | 7,870 – 7,873 | 344 000 | | 170,4 |
| 6⅞ | 174,701 | 174,727 | 199,898 – 199,974 | 1 530 | 1 320 | 77,3 |

# Unità cuscinetto a rulli conici TAROL – con dimensioni metriche

Schizzi di diverse versioni

**Unità cuscinetto a rulli conici TAROL con dimensioni metriche**

| Cuscinetto base | Dimensione cuscinetto d mm | D mm | C mm | albero d mm | $d_2$ mm |
|---|---|---|---|---|---|
| **TAROL90/154-R-TVP***) | 90 | 154 | 115 | 90 n6 | 120 |
| **TAROL100/165-R-JP** | 100 | 165 | 114,3 | 100 n6 (p6) | 126 k8 |
| **TAROL100/175-R-TVP** | 100 | 175 | 120 | 100 n6 (p6) | 126 k8 |
| **TAROL100/180-R-TVP** | 100 | 180 | 130,2 | 100 n6 | 120 t7 |
| **TAROL110/180-R-TVP** | 110 | 180 | 142 | 110 p6 | 140 t7 |
| **TAROL120/195-R-TVP***) | 120 | 195 | 131,4 | 120 p6 | 138 t7 |
| **TAROL130/210-R-JP** | 130 | 210 | 132 | 130 p6 | 150 t7 |
| **TAROL130/220-R-TVP***) | 130 | 220 | 150 | 130 p6 | 160 t7 |
| **TAROL130/230-R-TVP***) | 130 | 230 | 160 | 130 p6 | 160 t7 |
| **TAROL130/240-R-TVP***) | 130 | 240 | 160 | 130 p6 | 160 t7 |
| **TAROL140/220-R-JP** | 140 | 220 | 140 | 140 p6 | 160 t7 |
| **TAROL150/250-R-TVP***) | 150 | 250 | 160 | 150 p6 | 170 t7 |
| **TAROL160/270-R-TVP***) | 160 | 270 | 150 | 160 p6 | 190 t7 |
| **TAROL160/280-R-TVP** | 160 | 280 | 180 | 160 p6 | 189 k6 |

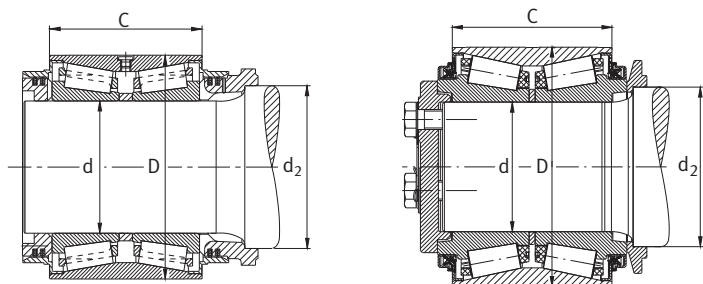
*) Dimensione disponibile anche con gabbia in acciaio

Si tratta in parte di versioni con dimensioni in pollici che sono state adattate alle esigenze dell'area europea, ma anche di nuove progettazioni basate in gran parte su standard UIC. L'ingrassaggio standard è eseguito con un grasso approvato secondo EN 12081.
I cuscinetti elencati rappresentano solo un estratto della gamma di prodotti per quanto concerne le parti terminali. Le parti adiacenti e gli schermi di tenuta possono essere concordate in modo specifico con il cliente.

**Versioni della gabbia:**

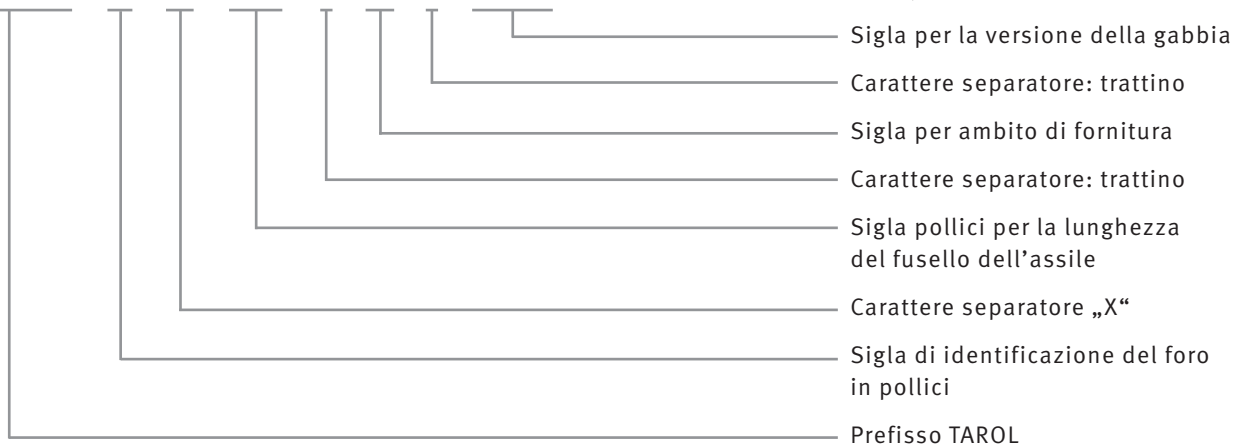
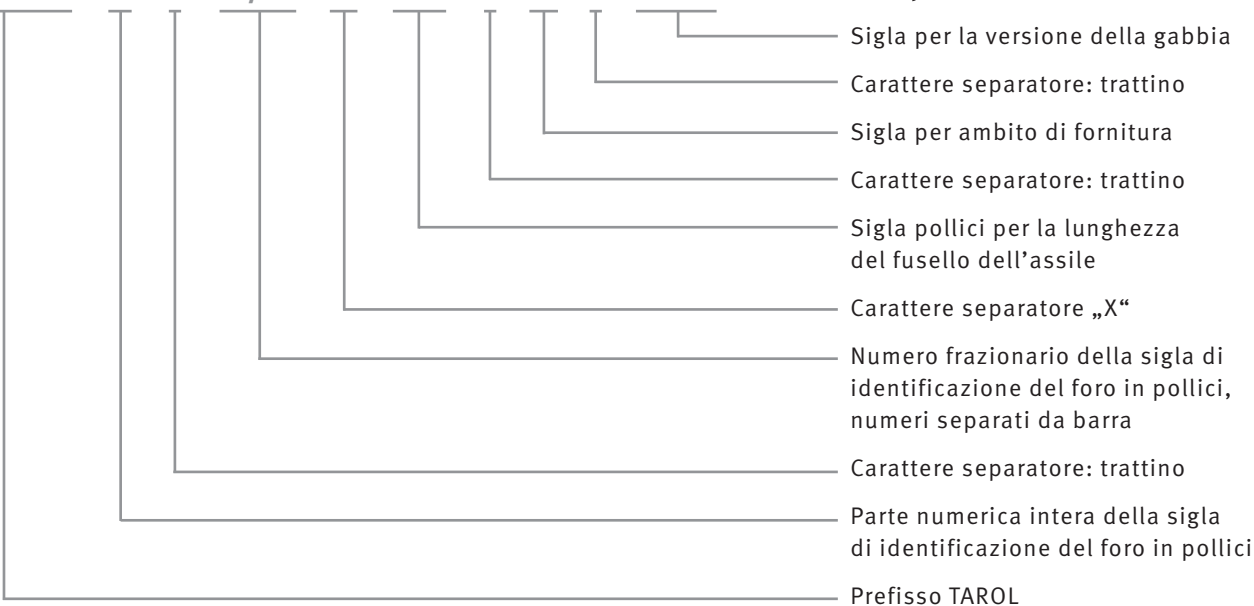
TVP Gabbia in poliammide
JP Gabbia in lamiera d'acciaio

**Suffissi**

U Unità completa
R Cuscinetto base

| Coefficiente di carico DIN ISO 281 C kN | Coefficiente di carico ABEC/RBEC C1 kN | Massa cuscinetto base kg | Tipica sigla di ordinazione per l'unità completa | Massa unità TAROL kg |
|---|---|---|---|---|
| 390 | 450 | 7,5 | **Z-572103.02.TAROL90/154-U-TVP** | 15 |
| 415 | 475 | 9,16 | **Z-517874.TAROL100/165-U-JP** | 13,9 |
| 510 | 585 | 10,7 | **Z-578693.TAROL100/175-U-TVP** | 18,5 |
| 510 | 585 | 12,3 | **F-572314.TAROL100/180-U-TVP** | 16 |
| 560 | 655 | 14 | **F-561286.TAROL110/180-U-TVP** | 18 |
| 560 | 640 | 13,6 | **Z-517905.02.TAROL120/195-U-TVP** | 19 |
| 620 | 720 | 16,7 | **Z-517906.TAROL130/210-U-JP** | 22 |
| 780 | 900 | 20 | **F-800050.TAROL130/220-U-TVP** | 25,6 |
| 850 | 965 | 25,5 | **Z-577997.04.TAROL130/230-U-TVP** | 33,7 |
| 930 | 980 | 28,9 | **F-565057.TAROL130/240-U-TVP** | 38,5 |
| 655 | 750 | 18,5 | **Z-517907.TAROL140/220-U-JP** | 27 |
| 900 | 1 020 | 28,9 | **F-803295.TAROL150/250-U-TVP** | 40 |
| 1 050 | 1 200 | 33 | Sigla su richiesta | – |
| 1 270 | 1 460 | 42 | **F-804595.TAROL160/280-U-TVP** | 50,5 |

# Unità cuscinetto a rulli conici TAROL

Struttura della sigla

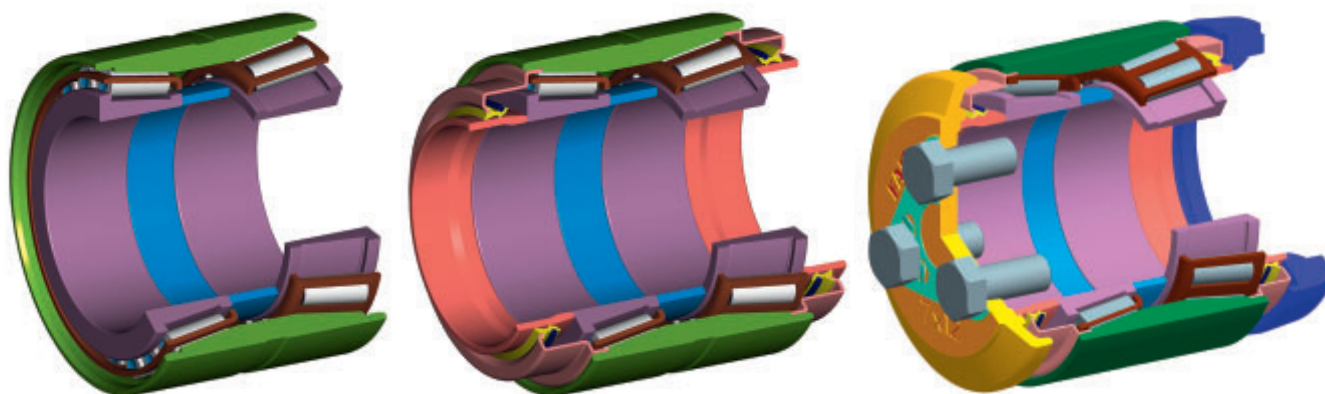
**TAROL con dimensioni in pollici con misura in numeri interi**

**TAROL con dimensioni in pollici con misura in numero frazionario**

# Unità cuscinetto a rulli conici TAROL

Struttura della sigla

**TAROL con dimensioni metriche**

Per le costruzioni specifiche dei clienti nella sigla d'ordinazione viene anteposto un numero di disegno, ad es. **F-803507.01.TAROL7X12-B-TVP** o **Z-517874.04.TAROL100/165-U-JP**.

**Sigla per ambito di fornitura**
R = Cuscinetto di base (senza grasso e tenuta)
B = Unità di base (ingrassata e schermata)
U = Unità completa (unità di base incl. parti circostanti)

**Versioni disponibili della gabbia**
JP = Gabbia in lamiera di acciaio
TVP = Gabbia in poliammide

Varianti di fornitura nell'esempio di un cuscinetto con dimensioni in pollici: R (sinistra), B (centro) e U (destra)

# Cosa fare prima del montaggio

L'ambiente di lavoro ove eseguire il montaggio deve essere pulito, asciutto e spazioso. Non devono essere adibiti al montaggio locali nei quali si eseguono lavori di saldatura, oppure nei quali funzionano macchine utensili o si utilizzano apparecchi ad aria compressa.

**Controllo del fusello dell'assile**

- Rimuovere completamente lo sporco, i trucioli e la vernice antiruggine.
- Levigare i segni lasciati da urti e le tracce di corrosione con abrasivi a grana fine. La sede del cuscinetto deve essere liscia e non deve presentare rigature di lavorazione e intagli.
- Smagnetizzare gli alberi prima del montaggio.
- Misurare il fusello dell'assile; verificare che il fusello e gli strumenti di misura abbiano la stessa temperatura.

Il fusello dell'assile viene misurato con il micrometro ad arco registrato su disco campione. Le dimensioni dei fuselli devono essere comprese entro i valori indicati nelle tabelle dei cuscinetti.

**Tolleranze dei fuselli con dimensioni in pollici**

Sono valide le disposizioni del „Manual of Standards and Recommended Practices“ AAR (tra l'altro la prescrizione M-101).
Per quanto concerne la precisione dimensionale e di forma, i valori per l'errore di rotondità e di conicità non devono superare gli 0,025 mm (0,001 pollici).

Per il montaggio di cuscinetti secondo specifica AAR sono valide, oltre ai dati contenuti nel presente opuscolo, anche le istruzioni di montaggio AAR nella versione valida.
Queste sono contenute soprattutto nelle sezioni G, G-II, H e H-II del Manual of Standards and Recommended Practices.
Prescrivono tra l'altro un serraggio ripetuto delle viti dei tappi terminali fino a quando alla coppia specificata non si verifica più nessun movimento rotatorio delle viti.

**Tolleranze dei fuselli con dimensioni metriche**

È valida la norma generale secondo cui la tolleranza massima di forma cilindrica deve essere 0,01 mm.

# Montaggio e smontaggio

Montaggio delle unità TAROL

Le unità cuscinetto a rulli conici TAROL sono cuscinetti volventi schermati e registrati assialmente che vengono montati a pressione in un unico ciclo di lavorazione sul fusello. Se il diametro del fusello rientra nella tolleranza prescritta, grazie all'accoppiamento forzato del cuscinetto si instaura il gioco assiale necessario.

- Avvitare la bussola di guida sul fusello per mezzo della boccola di centraggio (a).
- Spalmare il fusello con uno strato sottilissimo di pasta di montaggio, ad es. ARCANOL-MOUNTINGPASTE FAG (la brillantezza del metallo deve diventare opaca), in modo da non creare rigature durante l'inserimento dell'unità.
- Estrarre l'unità TAROL dall'imballo e inserirla sulla bussola di guida. In caso di unità cuscinetto con tenute in gomma, l'anello di usura della tenuta non deve scivolare fuori dal coperchio di tenuta (b).
- Avvicinare il dispositivo idraulico mobile e predisporre il mandrino con controdado e boccola di montaggio (c).
- Verificare la funzionalità del dispositivo idraulico mobile (d).
- Inserire il mandrino con controdado avvitato dal lato posteriore del dispositivo idraulico attraverso il pistone cavo.
- Spingere la boccola di montaggio sull'albero della pressa a pistone (e).

a

b

c

d

e

# Montaggio e smontaggio

Montaggio delle unità TAROL

- Allineare il dispositivo idraulico sull'unità TAROL e sul fusello (a).
- Spingere la boccola di montaggio sulla bussola di guida.
- Con la manovella avvitare l'albero del dispositivo idraulico nella bussola di guida (b).
- Azionare il dispositivo idraulico. Con l'ausilio della boccola di montaggio montare a pressione l'unità cuscinetto dalla bussola di guida sul fusello, ruotando manualmente l'anello esterno in avanti e indietro in modo che i rulli non si blocchino (c).

Quando l'anello di appoggio è va in battuta assiale sul collare dell'assile, la pressione aumenta rapidamente. La forza massima di pressione dovrebbe corrispondere alle forze massime di contatto nelle tabelle seguenti.
Per sicurezza viene applicata nuovamente la forza massima di contatto.

a

b

c

**Massima forza di contatto per unità TAROL con dimensioni in pollici**

| Unità TAROL con dimensioni in pollici | max. forza di contatto[1] | | |
|---|---|---|---|
| Classe/Dimensione | kN | t | lb |
| B 4¼ × 8 | 350 ± 50 | 35 ± 5 | 79 000 ± 11 000 |
| C 5 × 9 | 350 ± 50 | 35 ± 5 | 79 000 ± 11 000 |
| D 5½ × 10 | 500 ± 50 | 50 ± 5 | 112 000 ± 11 000 |
| E 6 × 11 | 500 ± 50 | 50 ± 5 | 112 000 ± 11 000 |
| F 6½ × 12 | 500 ± 50 | 50 ± 5 | 112 000 ± 11 000 |
| K 6½ × 9 | 500 ± 50 | 50 ± 5 | 112 000 ± 11 000 |
| G 7 × 12 | 650 ± 50 | 65 ± 5 | 146 000 ± 11 000 |
| GG 6½ | 650 ± 50 | 65 ± 5 | 146 000 ± 11 000 |
| GG 6⅞ | 650 ± 50 | 65 ± 5 | 146 000 ± 11 000 |

**Massima forza di contatto per unità TAROL con dimensioni metriche**

| Unità TAROL con dimensioni metriche | max. forza di contatto[1] | |
|---|---|---|
| Dimensione | kN | t |
| 90 | 200 ± 20 | 20 ± 2 |
| 100 | 250 ± 20 | 25 ± 2 |
| 110 | 250 ± 20 | 25 ± 2 |
| 120 | 250 ± 20 | 25 ± 2 |
| 130 | 350 ± 20 | 35 ± 2 |
| 140 | 350 ± 20 | 35 ± 2 |
| 150 | 350 ± 20 | 35 ± 2 |
| 160 | 400 ± 20 | 40 ± 2 |

[1] Per la conversione in pressione di contatto vedere le istruzioni per l'uso del dispositivo idraulico

# Montaggio e smontaggio

Montaggio delle unità TAROL

- Svitare il mandrino con il controdado dalla bussola di guida e rimuovere dal dispositivo idraulico.
- Spostare lateralmente il dispositivo idraulico.
- Rimuovere la boccola di montaggio.
- Svitare la bussola di guida dal fusello (d).
- Avvitare il disco di bloccaggio insieme all'elemento di sicurezza (piastrina o rosetta di sicurezza ) sul lato frontale dell'assile.
- Stringere le viti dei tappi terminali con la coppia indicata nelle tabelle (e).
- Se presenti, piegare le due alette del lamierino di sicurezza (f).

Nelle versioni con coperchio di chiusura:

- Dopo aver serrato le viti dei tappi terminali con la coppia prescritta e averle bloccate, si monta anche il coperchio di chiusura sul tappo terminale.

d

e

f

**Coppia delle viti dei dischi di bloccaggio per unità TAROL con dimensioni in pollici**

| Unità TAROL<br>Classe/<br>Dimensione | Filettatura della vite del tappo terminale | Coppia<br>Tolleranza ± 4 %<br>N m | <br><br>ft lb |
|---|---|---|---|
| B 4¼ × 8 | ¾ pollici | 156 | 115 |
| C 5 × 9 | ⅞ pollici | 197 | 145 |
| D 5½ × 10 | ⅞ pollici | 217 | 160 |
| E 6 × 11 | 1 pollici | 393 | 290 |
| F 6½ × 12 | 1 ⅛ pollici | 569 | 420 |
| K 6½ × 9 | 1 ⅛ pollici | 569 | 420 |
| G 7 × 12 | 1 ¼ pollici | 664 | 490 |
| GG 6½ | ⅞ pollici | 502 | 370 |
| GG 6⅞ | ⅞ pollici | 502 | 370 |

**Coppia delle viti dei dischi di bloccaggio per unità TAROL con dimensioni metriche**

| Dimensione vite | Coppia<br>viti normali con sicurezza<br>Tolleranza ± 5 N m<br>N m | <br>viti autobloccanti |
|---|---|---|
| M12 | 75 | 80 |
| M16 | 180 | 205 |
| M20 | 370 | 415 |

Le coppie indicate sono valori standard per parti terminali di assi fornite da noi. I valori per componenti di altri fornitori possono essere differenti.

# Montaggio e smontaggio

Smontaggio delle unità TAROL

**Smontaggio del disco di bloccaggio**

- Pulire le parti del cuscinetto e le parti adiacenti.
- Se presente, smontare il coperchio di chiusura.
- Se presente, ripiegare il lamierino di sicurezza dalle superfici laterali delle teste delle viti.
- Svitare le viti.
- Togliere il disco di bloccaggio senza estrarre anche l'anello di tenuta.

**Estrazione dell'unità**

- Avvitare la bussola di guida con l'ausilio della boccola di centraggio.
- Inserire il mandrino senza controdado attraverso il pistone cavo del dispositivo idraulico e allinearlo all'albero (a).
- Avvitare il mandrino nella bussola di guida (b).
- Applicare il telaio di trazione con la piastra di estrazione adatta alle dimensioni del cuscinetto.
- La piastra di estrazione deve essere appoggiata all'assile dietro allo spallamento (c).
- Per non danneggiare l'assile con la piastra di estrazione dopo lo smontaggio, bloccarla eventualmente con una gru da stabilimento.

- Azionare il dispositivo idraulico.
- Durante l'estrazione muovere manualmente l'anello esterno in avanti e indietro per evitare che i rulli si blocchino.
- Dopo la procedura di estrazione disattivare il dispositivo idraulico.
- Sollevare il telaio di trazione e riporlo lateralmente.
- Svitare il mandrino dalla bussola di guida.
- Spostare lateralmente il dispositivo idraulico.
- Estrarre il cuscinetto dalla bussola di guida.
- Svitare la bussola di guida.

a

b

c

# Smontaggio e manutenzione

Per il controllo, la manutenzione e la lubrificazione, l'unità TAROL viene smontata dal fusello; vedere paragrafo „Smontaggio delle unità TAROL".

Innanzitutto vengono smontate le tenute, successivamente vengono lavati tutti i componenti del cuscinetto e si controlla che ogni singolo pezzo non presenti danneggiamenti. Infine si procede alla misurazione delle parti e del gioco assiale del cuscinetto.
A questo punto l'unità viene rimontata utilizzando i componenti controllati od eventualmente nuovi. L'unità viene quindi ingrassata nuovamente secondo il paragrafo Ingrassaggio dei cuscinetti, pagina 25.

Tutti gli attrezzi per il montaggio, lo smontaggio e la manutenzione delle unità TAROL possono essere acquistati presso la FAG Industrial Services. Un'attrezzatura intatta ed adeguata è una premessa affinché i cuscinetti e le tenute non vengano danneggiati. Gli utensili adatti sono descritti a pagina 18.

# Smontaggio e manutenzione

Smontaggio delle tenute e degli anelli lamellari

**Smontaggio delle tenute**

- Estrarre l'anello di usura della tenuta sul lato frontale.
- Estrarre l'anello di appoggio con l'anello di usura della tenuta dall'unità.
- Predisporre il punzone con la piastra e il controdado, le ganasce di estrazione e l'anello di sostegno (a, b).
- Inserire le ganasce di estrazione tra anello interno e coperchio di tenuta (c).
- Introdurre il punzone nel foro del cuscinetto fino a quando i perni delle ganasce non ingranano nei fori della piastra (d).
- Avvitare il controdado sul punzone, serrando assialmente il punzone e le ganasce (e).
- Inserire il cuscinetto nell'anello di sostegno (f).
- Posizionare il cuscinetto e l'anello di sostegno nella pressa e allineare (g).
- Estrarre la tenuta e/o il coperchio di tenuta.
- Rimuovere l'anello interno e l'anello distanziale che ora sono liberi e svitare il controdado dal punzone.
- Estrarre la tenuta sul lato opposto dell'anello esterno, come descritto sopra.

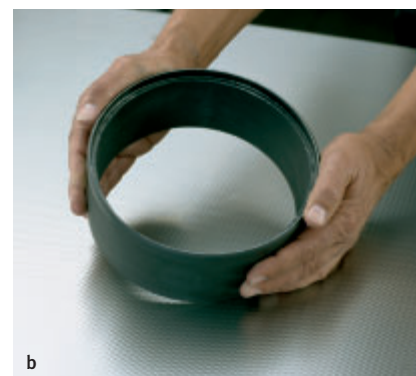
a

b

c

d

e

f

**Smontaggio degli anelli lamellari**

Gli anelli lamellari vengono rimossi dall'unità senza un'attrezzatura speciale, insieme ai supporti degli anelli, al tappo terminale e all'anello di appoggio.
Gli anelli lamellari vengono sollevati con un cacciavite sottile, allargati leggermente a mano e tolti dalla scanalatura (h).

g

h

# Smontaggio e manutenzione

Pulizia delle parti del cuscinetto

- Rimuovere i residui di grasso dalle parti, utilizzando una centrifuga, una spatola di legno e un panno che non sfilacci.
- Nella manutenzione di serie si utilizzano delle lavatrici. Il lavaggio manuale viene effettuato in vasche di lavaggio.
- Gli anelli interni, le corone di rulli, l'anello esterno e l'anello distanziale vengono puliti in una vasca separata di lavaggio con kerosene o con detergenti a freddo.
- Dopo aver eseguito la pulitura, le parti del cuscinetto vengono spruzzate leggermente con un olio di macchina.
- Gli adattatori, i tappi terminali, gli anelli di appoggio e le viti di fissaggio vengono lavate in una vasca appositamente adibita a tale scopo.

# Utensili per montaggio e smontaggio

Gli utensili di montaggio per le unità cuscinetto a rulli conici TAROL della FAG sono anche adatti per lo smontaggio dal mozzo di cuscinetti a rulli cilindrici completi ingrassati e schermati.

Il nostro opuscolo IS1 – Service Catalogue contiene altri apparecchi e servizi per il montaggio e la manutenzione di cuscinetti volventi. Questi prodotti possono essere acquistati tramite il responsabile del servizio esterno competente per la propria area o tramite FAG Industrial Services.

**Set di utensili e utensili per il montaggio delle singole dimensioni TAROL, da utilizzare con dispositivo idraulico mobile (vedere pag. 19).**

## Utensili di montaggio e smontaggio per unità TAROL con dimensioni metriche*)

Poiché le unità TAROL con dimensioni metriche presentano sempre costruzioni adiacenti specifiche del cliente, anche gli utensili sono personalizzati.

Esempio di sigle di ordinazione per l'unità TAROL Z-572103.02.TAROL90/154-U-TVP:

| | |
|---|---|
| **Dispositivo di montaggio e smontaggio (set di utensili):** | TOOL-RAILWAY-AXLE-Z-572103.02 |
| **Utensile per il montaggio e lo smontaggio dei coperchi di tenuta:** | TOOL-RAILWAY-SEALCAP-Z-572103.02 |
| **Coperchio del grasso:** | TOOL-RAILWAY-GREASER-Z-572103.02 |

## Utensili di montaggio e smontaggio per unità TAROL con dimensioni in pollici*)

| Versione TAROL | Dispositivo di montaggio (set di utensili) | Utensile per il montaggio e lo smontaggio dei coperchi di tenuta | Coperchio del grasso |
|---|---|---|---|
| B 4¼ × 8 | TOOL-RAILWAY-AXLE-B4-1/4X8 | TOOL-RAILWAY-SEALCAP-B4-1/4X8 | TOOL-RAILWAY-GREASER-B4-1/4X8 |
| C 5 × 9 | TOOL-RAILWAY-AXLE-C5X9 | TOOL-RAILWAY-SEALCAP-C5X9 | TOOL-RAILWAY-GREASER-C5X9 |
| D 5½ × 10 | TOOL-RAILWAY-AXLE-D5-1/2X10 | TOOL-RAILWAY-SEALCAP-D5-1/2X10 | TOOL-RAILWAY-GREASER-D5-1/2X10 |
| E 6 × 11 | TOOL-RAILWAY-AXLE-E6X11 | TOOL-RAILWAY-SEALCAP-E6X11 | TOOL-RAILWAY-GREASER-E6X11 |
| F 6½ × 12 | TOOL-RAILWAY-AXLE-F6-1/2X12 | TOOL-RAILWAY-SEALCAP-F6-1/2X12 | TOOL-RAILWAY-GREASER-F6-1/2X12 |
| K 6½ × 9 | TOOL-RAILWAY-AXLE-K6-1/2X9 | TOOL-RAILWAY-SEALCAP-K6-1/2X9 | TOOL-RAILWAY-GREASER-K6-1/2X9 |
| G 7 × 12 | TOOL-RAILWAY-AXLE-G7X12 | TOOL-RAILWAY-SEALCAP-G7X12 | TOOL-RAILWAY-GREASER-G7X12 |
| GG 6½ | TOOL-RAILWAY-AXLE-GG6-1/2 | TOOL-RAILWAY-SEALCAP-GG6-1/2 | TOOL-RAILWAY-GREASER-GG6-1/2 |
| GG 6⅞ | TOOL-RAILWAY-AXLE-GG6-7/8 | TOOL-RAILWAY-SEALCAP-GG6-7/8 | TOOL-RAILWAY-GREASER-GG6-7/8 |

*) Utensili per altre versioni su richiesta.
Prima dell'ordinazione consultare **sempre** FAG Industrial Services GmbH, vedere pagina 28 per i contatti.

# Utensili per montaggio e smontaggio

**Dispositivo idraulico mobile**

Per il montaggio di unità TAROL (400 V, 50 Hz; tensioni speciali su richiesta), utilizzo universale in combinazione con i set di utensili specifici per cuscinetti (vedere pag. 18).
Sigla d'ordinazione:
**TOOL-RAILWAY-AGGREGATE**

**Dispositivo di misurazione del gioco assiale**

Per la misurazione del gioco assiale prima del montaggio.
Sigla d'ordinazione apparecchio base e set dimensionale:
**TOOL-RAILWAY-CLEARANCE-BASIC**
**TOOL-RAILWAY-CLEARANCE-TOP-+...**

**Impianto di dosatura del grasso**

Per dosare la quantità di grasso e ingrassare i cuscinetti volventi, intervallo di dosatura tra 10 e 133 $cm^3$ Sigla d'ordinazione:
**ARCA-PUMP-25** per contenitore da 25 kg,
**ARCA-PUMP-180** per fusto da 180 kg

**Pressa multi-piastra**

Per montare e smontare a pressione le tenute.
Sigla d'ordinazione:
**TOOL-RAILWAY-PLATEPRESS**

**Dispositivo di controllo visivo**

Per il controllo visivo delle superfici di rotolamento di anelli e corpi volventi dopo lo smontaggio.
Sigla d'ordinazione:
**TOOL-RAILWAY-INSPECTION-DEVICE**

# Controllo delle parti del cuscinetto

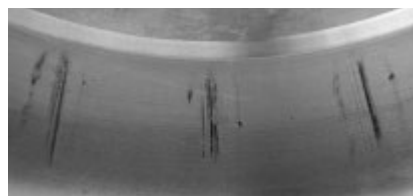
Per verificare le condizioni del cuscinetto, è possibile controllare nelle unità TAROL l'anello esterno e le corone di corpi volventi smontati. Un dispositivo dotato di luce e lente di ingrandimento (vedere dispositivo di controllo visivo pag. 19) consente anche di ispezionare le piste di rotolamento di anelli e corpi volventi. Sulle piste di rotolamento si ricercano i segni di usura e le impronte lasciate da corpi estranei.
Se si riscontrano parti difettose o danneggiate è necessario decidere se possono continuare a rimanere in esercizio o se devono essere riparate o sostituite con delle nuove.
Per una corretta valutazione è importante che i singoli pezzi di un cuscinetto smontato e pulito non vengano mescolati con i pezzi di altri cuscinetti.

**Corrosione superficiale**

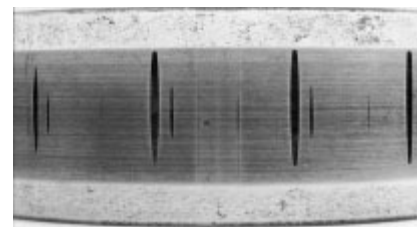
La corrosione superficiale delle piste e dei rulli dei cuscinetti si manifesta sotto forma di ruggine, incisioni e vaiolatura.

- Se gli scolorimenti e le macchie possono essere rimossi mediante carta leggermente abrasiva fine, le parti del cuscinetto non devono essere scartate. Il materiale asportato per abrasione deve essere lavato via completamente senza lasciare residui.
- Se i segni causati da acqua o acidi possono essere lucidati senza lasciare impronte, le parti possono essere utilizzate ancora.

I segni di corrosione possono essere trattati con dischi e paste lucidatrici. Talvolta è possibile rimuovere nello stesso modo anche le macchie.
Se la ruggine e la corrosione hanno comportato la formazione di vaiolatura più profonda, gli anelli e i rulli non possono più essere utilizzati.
Le parti del cuscinetto che mostrano scolorimenti dovuti a calore devono essere individuate e scartate.

Corrosione da inattività sui rulli

Corrosione da inattività nella pista di rotolamento dell'anello esterno

**Brinellatura**

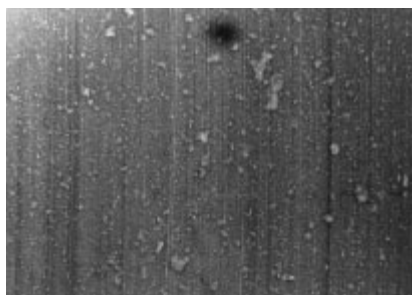
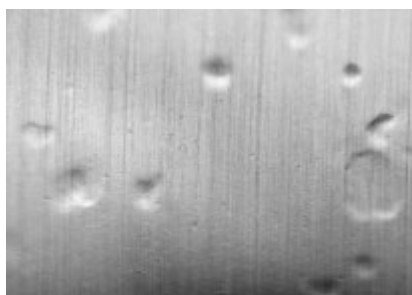
La brinellatura (i segni lasciati dal corpo volvente) nelle piste di rotolamento è causata da carichi d'urto elevati o vibrazioni da fermo.

Sulla pista di rotolamento di un anello interno si sono formati segni da inattività nell'intervallo tra i corpi volventi.

# Controllo delle parti del cuscinetto

**Danni da fatica**

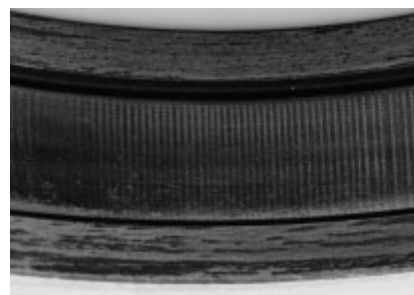
I danni da fatica sulle piste di rotolamento sono indicati da sfaldature (pitting).
I cuscinetti con danni da fatica dovrebbero essere di norma sostituiti.

**Impronte sulle piste di rotolamento dovute a impurità**

Anche le impurità del lubrificante possono portare alla formazione di impronte nella pista di rotolamento. Le parti possono continuare ad essere utilizzate fino a quando queste impronte sulla pista di rotolamento non si rivelano ruvide al tatto facendo ruotare manualmente il cuscinetto.

**Danni dovuti al passaggio di corrente elettrica**

I cuscinetti con scanalature e crateri causati dal passaggio di corrente, non possono più essere riutilizzati.

**Gabbie e anelli distanziali**

Anche le gabbie possono essere utilizzate solo se non presentano cricche e deformazioni.
Se l'anello distanziale presenta cricche, intagli o segni di bruciature, deve essere sostituito.

# Controllo delle parti del cuscinetto

**Sede e coperchio della tenuta**

Prima di assemblare il cuscinetto, si effettua una misurazione per accertare se la sede per la tenuta o il coperchio di tenuta nell'anello esterno ha ancora le dimensioni richieste. Il diametro viene misurato mediante un micrometro per interni e deve essere compreso nei valori di tolleranza specificati nelle tabelle.

**Accessori del cuscinetto**

- Si controlla la presenza di eventuali cricche, rotture o deformazioni.
- Gli anelli lamellari che non premono più contro il coperchio di tenuta devono essere sostituiti con anelli nuovi.
- Le viti a testa esagonale devono avere una filettatura intatta. Verificare che le viti non siano state sottoposte a stiratura.
- I lamierini di sicurezza sono sostituiti ad ogni controllo.

Per cuscinetti con dimensioni in pollici vale quanto segue:

- Gli anelli di tenuta non devono essere rotti, lacerati o deformati. Le superfici di contatto dei labbri di tenuta devono essere lisce e non mostrare usura. Per facilitare il montaggio, posizionare l'anello di tenuta interno nell'anello di appoggio tramite accoppiamento forzato (interferenza da 0,05 mm a 0,175 mm).
- Non danneggiare l'anello di appoggio. Si controlla il raggio di sostegno con un calibro. Entrambi i lati del calibro devono essere a contatto con l'anello.

Le tenute con gomma vulcanizzata vengono generalmente sostituite durante la manutenzione.

**Unità TAROL con dimensioni in pollici Dimensioni per la sede della tenuta nell'anello esterno**

| Unità TAROL Classe/ Dimensione | Diametro R min. mm | max. mm | min. pollici | max. pollici |
|---|---|---|---|---|
| B 4¼ × 8 | 153,924 | 154,102 | 6,060 | 6,067 |
| C 5 × 9 | 182,499 | 182,677 | 7,185 | 7,192 |
| D 5½ × 10 | 196,723 | 196,977 | 7,745 | 7,755 |
| E 6 × 11 | 209,423 | 209,677 | 8,245 | 8,255 |
| F 6½ × 12 | 237,998 | 238,252 | 9,370 | 9,380 |
| K 6½ × 9 | 237,998 | 238,252 | 9,370 | 9,380 |
| G 7 × 12 | 260,858 | 261,112 | 10,270 | 10,280 |
| GG 6½ | 284,05 | 284,23 | 11,18 | 11,19 |
| GG 6⅞ | 284,05 | 284,23 | 11,18 | 11,19 |

**Unità TAROL con dimensioni metriche Dimensioni per la sede del coperchio di tenuta nell'anello esterno**

| Unità TAROL Dimensione | Diametro R min. mm | max. mm |
|---|---|---|
| TAROL90/154 | 144,475 | 144,525 |
| TAROL100/165 | 153,97 | 154,04 |
| TAROL100/175 | 165 | 165,07 |
| TAROL110/180 | non standardizzato | |
| TAROL120/195 | 182,56 | 182,63 |
| TAROL130/210 | 196,85 | 196,92 |
| TAROL130/220 | 209,55 | 209,62 |
| TAROL130/230 | 218,33 | 218,40 |
| TAROL130/240 | 228 | 228,07 |
| TAROL140/220 | 209,55 | 209,62 |
| TAROL150/250 | 238,125 | 238,195 |
| TAROL160/270 | 255,9 | 255,97 |
| TAROL160/280 | 265 | 265,07 |

# Misurazione del gioco assiale

La manutenzione comprende anche il controllo del gioco assiale del cuscinetto smontato. In tal modo si accerta che l'anello distanziale abbia la larghezza necessaria affinché il cuscinetto montato presenti il gioco assiale necessario.
Le parti del cuscinetto vengono immerse, dopo la pulitura, in un olio di macchina o un olio anticorrosivo. Il gioco assiale del cuscinetto non deve mai essere misurato sul cuscinetto asciutto.
La misurazione viene eseguita con uno strumento di controllo del gioco assiale. Procedura:

- Applicare la boccola di centraggio adatta e bloccarla con il perno filettato, in alcuni cuscinetti applicare l'anello di centraggio (a).
- Fare scorrere un anello interno con corona di rulli e anello distanziale sulla boccola di centraggio fino allo spessore (b).
- Fare scorrere l'anello esterno sull'anello interno (ruotandolo).
- Inserire il secondo anello interno con corona di rulli nell'anello interno facendolo ruotare.
- Ruotare l'eccentrico SU,(verso l'alto); il cuscinetto viene sollevato.
- Applicare il disco di fissaggio con impugnatura, evitando che venga a contatto con la gabbia o con l'anello esterno!
- Ruotare leggermente in avanti e indietro il disco di fissaggio, stringendo il dado con una chiave (c).
- Ruotare l'eccentrico GIÙ (verso il basso).
- Ruotare gli anelli interni per mezzo dell'impugnatura (circa 12 × 360°), fino a quando i rulli non sono a contatto con il bordo grande dell'anello interno superiore (d).

a

b

c

d

e

f

# Misurazione del gioco assiale

- Applicare l'anello di appoggio con comparatore sull'anello esterno e regolare il comparatore sullo „0" (e).
- Ruotare l'eccentrico SU, ovvero verso l'alto.
- Ruotare l'anello esterno in avanti e indietro (circa 10 × 45°), fino a quando i rulli non sono a contatto con il bordo grande dell'anello interno inferiore (f). L'indicatore del comparatore si blocca.
- Leggere il valore del gioco assiale sul comparatore e annotare il valore misurato (gioco assiale al banco).
- Ripetere la misurazione.
- Ruotare l'eccentrico GIÙ, ovvero verso il basso.
- Rimuovere l'anello di appoggio con comparatore.
- Ruotare gli anelli interni per mezzo dell'impugnatura (circa 12 × 360°), fino a quando i rulli non sono a contatto con il bordo grande dell'anello interno superiore.
- Applicare l'anello di appoggio con comparatore sull'anello esterno e regolare il comparatore sullo „0".
- Ruotare l'eccentrico SU, ovvero verso l'alto.
- Ruotare l'anello esterno in avanti e indietro (circa 10 × 45°), fino a quando i rulli non sono a contatto con il bordo grande dell'anello interno inferiore. L'indicatore del comparatore si blocca.
- Leggere il valore del gioco assiale sul comparatore. Il valore è corretto quando in tre misurazioni successive si ottengono valori che non differiscono di oltre 0,020 mm.
- Se la differenza è maggiore di 0,020 mm, ripetere la procedura di misurazione fino a quando il valore di misura è riproducibile.

**Valori di gioco assiale per le unità TAROL smontate con dimensioni in pollici (gioco assiale al banco dei cuscinetti)**

| Unità TAROL | Gioco assiale | | | |
|---|---|---|---|---|
| | min. | max. | min. | max. |
| Classe/Dimensione | mm | mm | pollici | pollici |
| B 4¼ × 8 | 0,46 | 0,61 | 0,018 | 0,024 |
| C 5 × 9 | 0,46 | 0,61 | 0,018 | 0,024 |
| D 5½ × 10 | 0,51 | 0,66 | 0,020 | 0,026 |
| E 6 × 11 | 0,51 | 0,66 | 0,020 | 0,026 |
| F 6½ × 12 | 0,51 | 0,66 | 0,020 | 0,026 |
| K 6½× 9 | 0,51 | 0,66 | 0,020 | 0,026 |
| G 7 × 12 | 0,51 | 0,66 | 0,020 | 0,026 |
| GG 6½ | 0,46 | 0,61 | 0,018 | 0,024 |
| GG 6⅞ | 0,46 | 0,61 | 0,018 | 0,024 |

**Valori di gioco assiale per le unità TAROL smontate con dimensioni metriche (gioco assiale al banco dei cuscinetti)**

| Unità TAROL | Gioco assiale | |
|---|---|---|
| | min. | max. |
| Dimensione | mm | mm |
| TAROL90/154 | 0,53 | 0,63 |
| TAROL100/165 | 0,53 | 0,68 |
| TAROL100/175 | 0,53 | 0,68 |
| TAROL100/180 | 0,53 | 0,68 |
| TAROL110/180 | 0,53 | 0,68 |
| TAROL120/195 | 0,533 | 0,685 |
| TAROL130/210 | 0,533 | 0,685 |
| TAROL130/220 | 0,51 | 0,66 |
| TAROL130/230 | 0,51 | 0,66 |
| TAROL130/240 | 0,59 | 0,63 |
| TAROL140/220 | 0,533 | 0,685 |
| TAROL150/250 | 0,533 | 0,685 |
| TAROL160/270 | 0,6 | 0,75 |
| TAROL160/280 | 0,6 | 0,75 |

Se il gioco assiale è troppo elevato, l'anello distanziale deve essere rettificato. Se il gioco assiale è troppo ridotto, si sceglie un anello distanziale più largo.

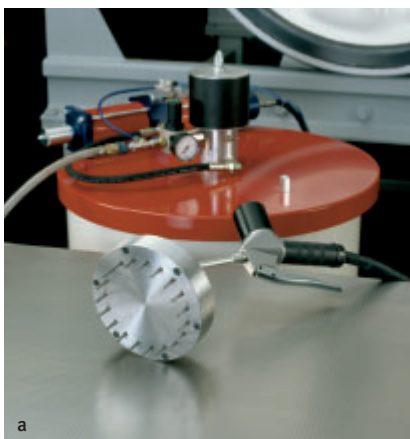
L'anello distanziale corretto e le altre parti di cuscinetto formano una unità e devono restare insieme fino al montaggio.

# Lubrificazione dei cuscinetti

Utilizzare esclusivamente grassi approvati!
Utilizzare grassi di elevata qualità, privi di acidi, resistenti all'ossidazione e all'invecchiamento.
Vengono usati di preferenza grassi a base di sapone di litio con additivo anticorrosione.
Il grasso deve essere conservato nella confezione originale chiusa, proteggendolo dal calore.
Introdurre solo la quantità di grasso specificata nel cuscinetto smontato.
Non è consentito pressare il grasso nel cuscinetto montato sull'assile.
Nella versione NFL (no field lubrication) ) le unità TAROL non hanno un ingrassatore e una vite di chiusura nel disco di bloccaggio. L'unità cuscinetto viene riempita con una quantità di grasso sufficiente per l'intero chilometraggio fino alla successiva scadenza della manutenzione. Su richiesta forniamo unità TAROL rilubrificabili.
Durante l'ingrassaggio, nessun tipo di impurità (polvere, sabbia, trucioli, cenere, filamenti, peluzzi, ecc.) deve poter penetrare nel grasso o raggiungere le parti del cuscinetto.
Tutte le parti del cuscinetto che dopo il montaggio dell'unità entrano in contatto con l'assile, non devono presentare grasso sulle facce frontali.
La quantità di grasso indicata per un anello interno con corona di rulli si introduce mediante un dispositivo (a):

- Collocare l'anello interno sulla piastra di base del dispositivo.
- Posizionare il distributore di grasso del dispositivo di lubrificazione ed introdurre la quantità di grasso secondo la tabella (b). Le facce frontali dell'anello interno devono essere prive di grasso.

a

b

**Lubrificazione di unità TAROL con dimensioni in pollici Quantità e distribuzione del grasso al primo riempimento o al successivo riempimento. Utilizzare lubrificanti corrispondenti alle specifiche AAR M942.**

| Unità TAROL | Quantità e distribuzione del grasso nel cuscinetto | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Facce frontali esterne dei rulli per rango | Anello interno con corona di rulli per corona | | Spazio tra i ranghi di rulli | | Quantità totale di grasso | |
| Classe/ Dimensione | | g | once | g | once | g | once |
| B 4¼ × 8 | | 55 | 2,0 | 115 | 4,0 | 225 | 8,0 |
| C 5 × 9 | | 85 | 3,0 | 170 | 6,0 | 340 | 12,0 |
| D 5½ × 10 | lubrificare | 115 | 4,0 | 225 | 8,0 | 455 | 16,0 |
| E 6 × 11 | leggermente | 115 | 4,0 | 225 | 8,0 | 455 | 16,0 |
| F 6½ × 12 | | 170 | 6,0 | 340 | 12,0 | 680 | 24,0 |
| K 6½ × 9 | | 170 | 6,0 | 30 | 1,0 | 370 | 13,0 |
| G 7 × 12 | | 225 | 8,0 | 450 | 16,0 | 900 | 32,0 |
| GG 6½ | | 250 | 9,0 | 450 | 16,0 | 950 | 34,0 |
| GG 6⅞ | | 250 | 9,0 | 450 | 16,0 | 950 | 34,0 |

# Lubrificazione dei cuscinetti

- Inserire l'anello interno con la corona di rulli dall'alto nell'anello esterno in posizione verticale.
- Ingrassare le superfici frontali esterne dei rulli.
- Rimuovere ogni residuo di grasso dalla faccia frontale dell'anello interno.
- Applicare il coperchio di tenuta.
- Montare l'anello esterno sull'anello di sostegno.
- Collocare l'anello di montaggio sul coperchio di tenuta (c).
- Inserire le parti nella pressa, allinearle e montare il coperchio di tenuta a pressione (d).
- Rimuovere il cuscinetto dall'anello di sostegno, girarlo e collocarlo nuovamente sull'anello di sostegno con il coperchio di tenuta già inserito.
- Inserire l'anello distanziale.
- Distribuire il grasso lungo la parete interna dell'anello esterno, come da tabella (e).
- Inserire il secondo anello interno, già ingrassato, con la corona di rulli.
- Ingrassare le superfici frontali esterne dei rulli.
- Il lato frontale dell'anello interno non deve essere ingrassato.
- Posizionare il secondo coperchio di tenuta e l'anello di montaggio e azionare la pressa fino a quando il coperchio di tenuta si aggancia nell'anello esterno.

c

d

e

**Lubrificazione di unità TAROL con dimensioni metriche.**
**Utilizzare il grasso previsto nel disegno dell'offerta e della fornitura.**

| Unità TAROL | Quantità totale di grasso nell'unità | |
|---|---|---|
| | Gabbia in lamiera JP | Gabbia in poliammide TVP |
| Dimensione | g | g |
| TAROL90/154 | 120 | 120 |
| TAROL100/165 | 150 | – |
| TAROL100/175 | – | 140 |
| TAROL110/180 | – | 145 |
| TAROL120/195 | 190 | 170 |
| TAROL130/210 | 250 | – |
| TAROL130/220 | 300 | 300 |
| TAROL130/230 | 300 | 300 |
| TAROL130/240 | – | 240 |
| TAROL140/220 | 280 | – |
| TAROL150/250 | 390 | 390 |
| TAROL160/270 | – | 350 |
| TAROL160/280 | – | 530 |

Distribuzione corretta del grasso per lubrificazione manuale:
– Spazio tra i due ranghi di rulli: 90% dello spazio libero
– Anello interno con corona di rulli: distribuzione della quantità restante tra le due corone di rulli

# Completamento delle unità TAROL

### Unità con tenute in gomma

Il montaggio ha luogo senza l'ausilio di dispositivi. Spingere con cura l'anello di usura della tenuta sul lato esterno nella tenuta, fino a quando è a contatto con l'anello interno.
L'anello di usura della tenuta per il lato interno del cuscinetto viene inserito nell'anello di appoggio. Entrambi i pezzi vengono fatti scivolare insieme con attenzione nella tenuta, esattamente fino all'anello interno. Le facce frontali dei pezzi devono essere prive di grasso.
Non piegare o danneggiare i labbri della tenuta.

### Unità con anelli lamellari

Allargare leggermente gli anelli lamellari e farli scivolare nelle scanalature dei supporti mediante un movimento rotatorio. Solo una piccola quantità di grasso viene distribuita sugli anelli.
I supporti degli anelli con gli anelli lamellari possono essere montati manualmente nei coperchi di tenuta senza problemi. I coperchi di tenuta hanno relativi smussi di imbocco.
Le facce frontali dei supporti degli anelli devono essere prive di grasso.
I due anelli lamellari doppi sono a stretto contatto con il coperchio di tenuta non rotante e costituiscono con le scanalature un'efficace tenuta a labirinto.

### Prima del montaggio del disco di bloccaggio

Oltre al disco di bloccaggio devono essere disponibili anche un lamierino di sicurezza nuovo e tre viti a testa esagonale.

### Imballo, immagazzinamento

Se l'unità TAROL riparata non viene montata immediatamente, viene imballata come un'unità nuova e immagazzinata.

# Contatti e bibliografia

## Contatti

Per problemi tecnici relativi alle unità cuscinetto a rulli conici TAROL di FAG, ai centri di ispezione e banchi di prova, alle procedure di montaggio e smontaggio, a lubrificazione e grassi e alla manutenzione delle unità rivolgersi a:


**Schaeffler Technologies GmbH & Co. KG**

Produktlinie Bahnlager
Georg-Schäfer-Straße 30
97421 Schweinfurt

Telefono +49 9721 91-3998
Fax +49 9721 91-3788

E-Mail rail_transport@schaeffler.com


Per problemi relativi agli utensili e accessori per il montaggio e lo smontaggio, alla rigenerazione dei cuscinetti da parte del F'IS e ai corsi sulla manutenzione delle unità TAROL rivolgersi a:


**FAG Industrial Services GmbH**

Kaiserstraße 100
52134 Herzogenrath

Telefono +49 2407 9149-66
Fax +49 2407 9149-59

E-Mail info@fis-services.de


## Bibliografia

Altri opuscoli relativi ai servizi INA e FAG per veicoli ferroviari ed una gamma di schede di riferimento con esempi d'applicazione sono disponibili nella Biblioteca delle homepage **www.ina.de** e **www.fag.de**.